

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-031820

(43)Date of publication of application : 31.01.2003

(51)Int.Cl.

H01L 29/84
B81C 1/00
B81C 3/00
G01L 9/12
H04R 19/04

(21)Application number : 2001-219465

(71)Applicant : NIPPON HOSO KYOKAI <NHK>

(22)Date of filing : 19.07.2001

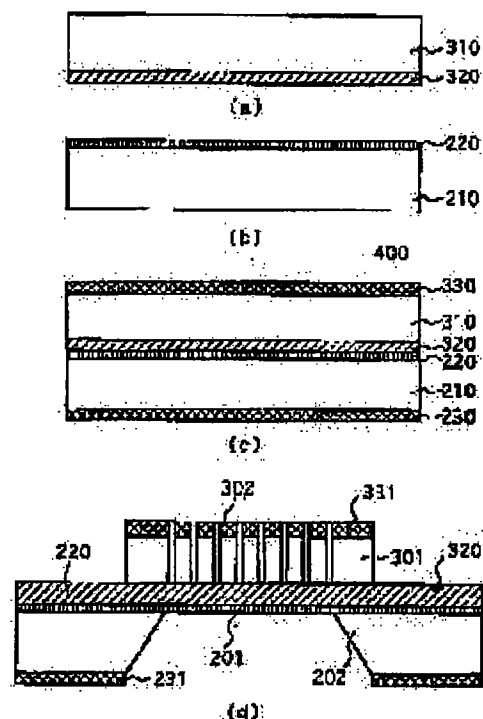
(72)Inventor : TAJIMA TOSHIFUMI
NISHIGUCHI TOSHIYUKI
SAITO NOBUO

(54) CAPACITOR MICROPHONE AND PRESSURE SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a capacitor microphone and pressure sensor, which can increase the degree of freedom in the structure of a parallel plate electrode, designing of a mountable circuit by eliminating the restriction in a producing process.

SOLUTION: The capacitor microphone and pressure sensor 100 is formed by etching a bonded substrate 400 having an etch stop layer 220 on one surface of a vibration film substrate 210, and obtained by inserting a bonding film 320 to be used for bonding the vibration film substrate 210 and a rear surface plate substrate 310 between the etch stop layer 220 and the rear surface plate substrate 310 to bond them. The bonding film 320 contains the same impurity as the boron doped for forming the etch stop layer 220, the density of the impurity contained in the bonding film 320 equal to or higher than that of the impurity doped in the etch stop layer 220, impurity diffusion for forming the etch stop layer 220 is performed at $\leq 1200^{\circ}\text{C}$, and heat processing after this is performed at $\geq 900^{\circ}\text{C}$ and equal to or lower than the temperature of the impurity diffusion.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-31820

(P2003-31820A)

(43) 公開日 平成15年1月31日 (2003.1.31)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 29/84

H 0 1 L 29/84

Z 2 F 0 5 5

B 8 1 C 1/00

B 8 1 C 1/00

4 M 1 1 2

3/00

3/00

5 D 0 2 1

G 0 1 L 9/12

G 0 1 L 9/12

H 0 4 R 19/04

H 0 4 R 19/04

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願2001-219465(P2001-219465)

(22) 出願日

平成13年7月19日 (2001.7.19)

(71) 出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72) 発明者 田島 利文

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

(72) 発明者 西口 敏行

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

(74) 代理人 100072604

弁理士 有我 軍一郎

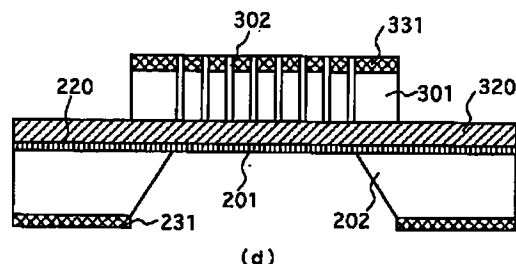
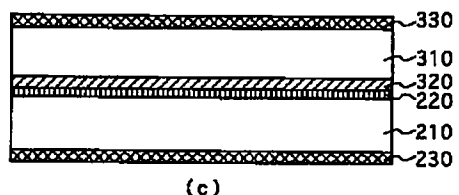
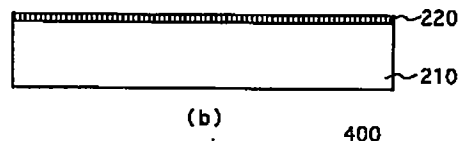
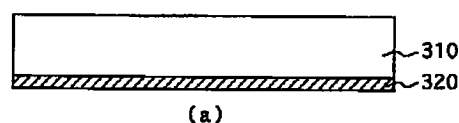
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサ

(57) 【要約】

【課題】 製作工程の制約を解消し、平行板電極の構造や搭載できる回路等の設計自由度を広げることができるコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサを提供すること。

【解決手段】 振動膜基板210の1つの面にエッチストップ層220を有し、振動膜基板210と背面板基板310との接合に用いる接合膜320をエッチストップ層220と背面板基板310とで挟んで接合した接合基板400をエッチングして形成するコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサ100において、接合膜320は、エッチストップ層220形成のためにドーパした硼素等の不純物と同じ不純物を含み、接合膜320に含まれる不純物の濃度は、エッチストップ層220中にドーパされた不純物の濃度以上であり、エッチストップ層220形成のための不純物拡散は1200℃以下で行われ、その後の熱処理は900℃以上、前記不純物拡散の温度以下で行われる構成を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 振動膜基板の 1 つの面にエッチストップ層を有し、前記振動膜基板と背面板基板との接合に用いる接合膜を前記エッチストップ層と前記背面板基板とで挟んで接合した接合基板をエッチングして形成するコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサにおいて、

前記接合膜は、前記エッチストップ層形成のためにドーブした不純物と同じ不純物を含むことを特徴とするコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサ。

【請求項 2】 前記エッチストップ層中にドーブされた不純物と同じ前記接合膜中に含まれる不純物は、硼素であることを特徴とする請求項 1 記載のコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサ。

【請求項 3】 前記接合膜中に含まれる不純物の濃度は、前記エッチストップ層中にドーブされた不純物の濃度以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マイクロマシン加工技術を用いて作成する振動膜を有するコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、受けた音波の音圧に応じてコンデンサ容量を変化させ、そのコンデンサ容量の変化を電気信号に変換するコンデンサ型マイクロホンが知られている。このようなコンデンサ型マイクロホンとして、図 1 に示すような構造のマイクロホンが知られ、このマイクロホンの圧力センサはマイクロマシン加工技術を用いて作成される。

【0003】 図 1 に示すコンデンサ型マイクロホン（圧力センサ）100 は、振動膜 201、振動膜支持部 202、背面板 301、排気穴 302、及び支持部 303 によって構成される。振動膜 201 はミクロンオーダーの厚さの導電性平板であり、振動膜 201 と背面板 301 とは平行板電極を構成する。振動膜 201 に入射した音波は、振動膜 201 を振動させ、振動膜 201 と背面板 301 とによって構成されるコンデンサの容量を変化させる。

【0004】 振動膜 201 は、マイクロマシン加工技術を用いて製作され、シリコン基板をエッチングすることによって削り出される。シリコン基板を用いることによって、機械強度の高い振動膜を形成することが可能である。また、各構成部を同一材質のシリコン基板から形成することによって、各構成部の熱膨張係数を同一にする

ことができ、異種材料を組み合わせるコンデンサ型マイクロホンを構成する場合は異なり、温度変化による歪みが生じにくい。さらに、シリコン基板を用いることによって基板上に様々なシリコンの電子回路を形成することが可能である。

【0005】 以下、図 5 を参照してコンデンサ型マイクロホン（圧力センサ）100 の従来の製作方法について説明する。工程 201 で、図 5 (b) に示すように、振動膜基板 210 にエッチストップ層 220 を形成する。このエッチストップ層 220 は、図 5 (d) に示すようにコンデンサ型マイクロホン（圧力センサ）100 の振動膜 201 になる部分であり、振動膜 201 を安定的に形成するためにシリコン基板のエッチング量を制御する目的で用いられるものである（参考文献：エリン・シュタインスランドら著、「TMAH 溶液中の硼素エッチストップ」、Sensors and Actuators, A54 巻 (1996), 728-732 頁 (Elin Steinsland et al., "Boron etch-stop in TMAH", Sensors and Actuators, A54(1996), 728-732)）。

【0006】 工程 202 で、背面板基板 310 に背面板基板酸化膜 330、620 を形成し、エッチストップ層 220 が形成された面と対向する振動膜基板 210 の面に振動膜基板酸化膜 230 を形成する。工程 203 で、図 5 (c) に示すように、エッチストップ層 220 と背面板基板酸化膜 620 とを陽極接続等の技術を用いて接続し、接合基板 700 を形成する。接合基板 700 を形成することによって、微細な平行板電極を高精度且つ、容易に形成できる。

【0007】 工程 204 で、振動膜基板酸化膜 230 と背面板基板酸化膜 330 にマスク形成処理を施し、図 5 (d) に示すように、振動膜基板酸化膜マスク 231 と背面板基板酸化膜マスク 331 とを形成する。工程 205 で、振動膜基板酸化膜マスク 231 と背面板基板酸化膜マスク 331 とを用いてアルカリエッチング液でエッチングし、図 5 (d) に示すように振動膜 201 と背面板 301 を形成する。

【0008】 工程 206 で、フッ酸を用いて、振動膜基板酸化膜マスク 231、背面板基板酸化膜マスク 331、および背面板基板酸化膜 620 の図 1 に示す支持部 303 を除く部分をエッチングし、平行板電極を形成し、コンデンサ型マイクロホン（圧力センサ）100 を得る。

【0009】 このように、従来のコンデンサ型マイクロホンまたは圧力センサでは、振動膜 201 になるエッチストップ層 220 を形成した振動膜基板 210 と、背面板基板 310 とを接合して接合基板 700 を形成し、この接合基板 700 の両面にエッチングマスク 231、331 を形成した後、アルカリエッチング液で接合基板 700 をエッチングしてマイクロホンの振動膜 201 と、背面板 301 を形成している。

【0010】ここで、アルカリエッチング液に耐性のある良質なエッチングマスクを得るにはシリコン熱酸化膜を用いることが必須である。シリコン熱酸化膜は、通常、シリコン基板を酸素雰囲気中、900℃以上の温度で熱酸化することによって形成される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサの製作方法では、エッチストップ層形成のためにドーブする不純物（特に硼素）の偏析係数はシリコン（エッチストップ層）中より酸化膜中の方が小さいため、エッチストップ層を形成した接合基板に上記の熱処理を行うと、不純物はエッチストップ層から酸化膜へ拡散してしまうことが知られている。

【0012】上記の事項は、

- ①原徹ら編集、超LSIプロセスデータハンドブック、昭和57年、サイエンスフォーラム、204-206頁、
 - ②柳井久義、永田穰著、集積回路工学（1）、昭和55年、コロナ社、76頁、
 - ③アール、ビー、フェア、およびジェイ、シー、シー、ツアイ著、「ドライ、ニアドライおよびウェットでの O_2 酸化中の SiO_2 における硼素の偏析の理論および直接計測」、J. Electrochem. Soc. 125巻、12号、2050-2058頁、1978、12月、(R.B.Fair and J.C.C.Tsai, "Theory and Direct Measurement of Boron Segregation in SiO_2 during Dry, Near Dry, and Wet O_2 Oxidation", J. Electrochem. Soc., 125, No.12, 2050-2058, Dec 1978)、
 - ④ジェイ、ダブリュー、コルビー、およびエル、イー、カッツ著、「温度および面方位を関数とする $Si-SiO_2$ 界面での硼素の偏析」、J. Electrochem. Soc. 123巻、3号、409-412頁、1976、3月(J.W.Colby and L.E.Katz, "Boron Segregation at $Si-SiO_2$ Interface as a Function of Temperature and Orientation", J. Electrochem. Soc., 123, No.3, 409-412, Mar 1976)
- 等の文献から公知である。

【0013】その結果、エッチストップ層の不純物濃度が低下してエッチストップ層の内部応力が圧縮方向に転じ、振動膜は、その内部の圧縮応力によって座屈するという問題がある（参考文献：クレオパトラ カブズら著、「p+シリコン中で実現されている力学的構造に関するマイクロフィジックス的な研究」、J. Microelectromechanical Systems, VOL. 4, NO. 3, 1995 9月(Cleopatra Cabuz et al., "Microphysical Investigation on Mechanical Structures Realized in p+ Silicon", J. Microelectromechanical Systems, VOL.4, NO.3, Sep 1995)）。

【0014】かかる問題に対する対策の1つとして、エッチングマスク用の酸化膜を形成するための熱酸化処理を、エッチストップ層形成前に行うという方法が考えられる。しかし、初期に酸化膜を形成すると、基板接合を行うために基板の裏面に接合用の電極端子が必要となるという問題や、酸化膜形成後の工程において生じるエッチングマスクのキズの防止が製作工程上の大きな制約となるという問題がある。

【0015】また、平行板電極間の浮遊容量を低減し、性能向上を図る目的で、膜厚の異なる複雑なエッチングマスク構造を採用することが考えられるが、製作工程の初期にエッチストップ層を形成することは、設計、製作上、困難である等の問題がある。このように従来の製作方法では、平行板電極の構造や搭載できる回路等に関して、設計自由度が狭められている。

【0016】本発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、製作工程の制約を解消し、平行板電極の構造や搭載できる回路等の設計自由度を広げることができるコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサを提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】以上の点を考慮して、請求項1に係る発明は、振動膜基板の1つの面にエッチストップ層を有し、前記振動膜基板と背面板基板との接合に用いる接合膜を前記エッチストップ層と前記背面板基板とで挟んで接合した接合基板をエッチングして形成するコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサにおいて、前記接合膜は、前記エッチストップ層形成のためにドーブした不純物と同じ不純物を含む構成を有している。

【0018】この構成により、エッチストップ層との接合膜としてエッチストップ層中の不純物濃度と同一の不純物を含む層を用いて製作されるため、エッチストップ層を形成し、基板を接合した後でも不純物の再分布を問題とすることなく約1200℃以内で基板の高温酸化・アニール処理を行うことができる。

【0019】また、請求項2に係る発明は、請求項1において、前記エッチストップ層中にドーブされた不純物と同じ前記接合膜中に含まれる不純物は、硼素である構成を有している。この構成により、エッチストップ層と接合膜とに硼素を不純物としてドーブしたものをを用いるため、エッチストップ層と背面板基板とを接合した接合基板に対して、所定のアルカリエッチング液を用いてエッチングを行うことができる。

【0020】また、請求項3に係る発明は、請求項1または2において、前記接合膜中に含まれる不純物の濃度は、前記エッチストップ層中にドーブされた不純物の濃度以上である構成を有している。この構成により、接合膜中に含まれる不純物の濃度が、エッチストップ層中にドーブされた不純物の濃度以上であるため、接合膜への

偏析によるエッチストップ層中の不純物の再分布を抑制することができる。

【0021】また、請求項4に係る発明は、請求項1ないし3のいずれかにおいて、前記エッチストップ層形成のための不純物拡散は1200℃以下で行われ、その後の熱処理は900℃以上、前記不純物拡散の温度以下で行われる構成を有している。この構成により、エッチストップ層形成のための不純物拡散は1200℃以下で行われ、その後の熱処理は900℃以上1200℃以下で行われるため、その後の熱処理の適切な温度範囲を確保し、エッチストップ層中の不純物の再分布を抑制することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照し、本発明の第1の実施の形態に係るコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサについて説明する。図2は、第1の実施の形態に係るコンデンサ型マイクロホンおよび圧力センサの製作工程の概略を示す図である。

【0023】コンデンサ型マイクロホン（圧力センサ）100は、シリコン基板等の半導体基板を用いて形成され、音波検出には検出感度を向上させるために薄い振動膜が要求される。以下では、説明の便宜上、半導体基板をシリコン基板に限定する。通常、この薄い振動膜201を形成するのにエッチング技術を用い、エッチング量を制御するために振動膜基板210に厚さ数ミクロンのエッチストップ層220を形成する。

【0024】工程101で、図2（b）に示すように、振動膜基板210にエッチストップ層220を形成する。エッチストップ層220の形成は固体拡散法によって行われ、シリコン基板上に不純物を高濃度に熱拡散する方法によって行われる。不純物の熱拡散は、高濃度不純物層を得るために高温で熱処理するが、シリコンウェハに熱変形が生じないようにするために1200℃以下の温度で熱処理する。なお、第1の実施の形態では固体拡散法を用いてエッチストップ層を形成する場合について説明するが、イオン注入法、塗布法等の他の形成法によって行うのでも良い。

【0025】工程102で、図2（a）に示すように、背面板基板310に接合膜320を形成し、その接合膜320は、粉体酸化シリコンを塗布する方法またはCVD法等によって堆積する方法等によって形成される。ここで用いる粉体酸化シリコンやCVD法等によって形成される酸化膜は、エッチストップ層220の形成のためにドーパしたのと同じ不純物を高濃度に含むものである。そして、接合膜320中の不純物濃度は、エッチストップ層220中の不純物濃度より高いものとする。

【0026】工程103で、図2（c）に示すように、エッチストップ層220と接合膜320とを介して振動膜基板210と背面板基板310とを接合し、接合基板400を作成する。その接合は、加熱溶着、陽極接合、

直接接合等の接合技術を用いて行うことができる。工程104で、接合基板400の背面板基板310側を研磨して所望の背面板の厚さにする。

【0027】工程105で、接合基板400を酸素雰囲気中で熱処理することによって、接合基板400の両面にエッチングマスク用の酸化膜230、330を形成する。エッチングマスク用の酸化膜230、330は、振動膜基板210のシリコンエッチング深さから4000Å前後の厚さとなるように形成する。

【0028】酸化膜230、330を形成するための熱処理は、エッチストップ層220中の不純物の再拡散を防ぐために、エッチストップ層形成温度以下で行う。第1の実施の形態では、酸化膜230、330を形成するための熱処理温度を900℃以上とする。このような熱処理温度としたのは、酸化膜230、330の成長に適切な速度を確保することと、低温処理では振動板基板210と接合酸化膜320との間の界面電荷が増加すること（参考文献：原徹ら編集、超LSIプロセスデータハンドブック、昭和57年、サイエンスフォーラム、142-143頁、）、を回避するためである。

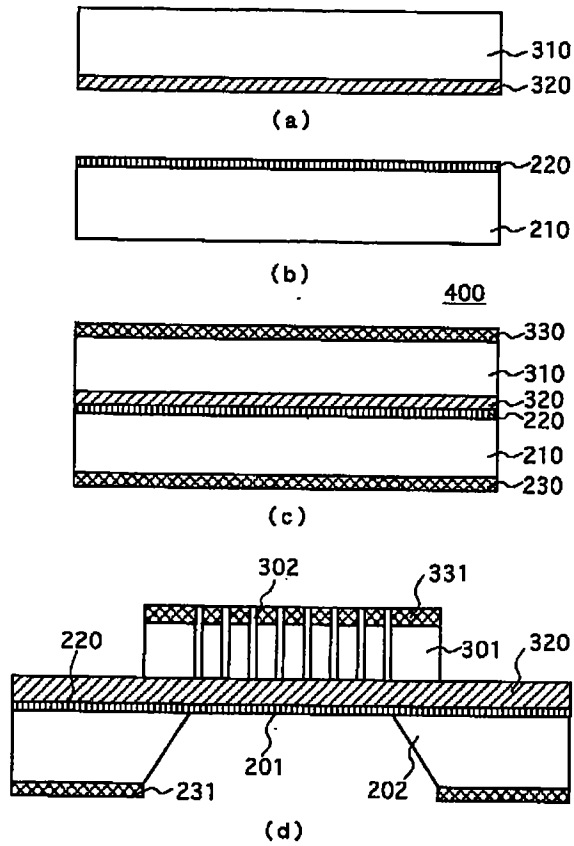
【0029】工程106で、ホトリソ技術を用いて酸化膜230、330を加工し、図2（d）に示すように振動膜エッチングマスク231と背面板エッチングマスク331を形成する。工程107で、振動膜エッチングマスク231と背面板エッチングマスク331とを用いて接合基板400をエッチングし、図2（d）に示すように振動膜201と背面板301を形成する。その際、TMAH（Tetramethyl ammonium hydroxide）等の所定のアルカリエッチング液を用いてエッチングを行うことができる。

【0030】工程108で、振動膜エッチングマスク231、背面板エッチングマスク331、および接合膜320の図1に示す支持部203を除く部分をエッチングし、平行板電極を形成する。以上の処理工程をもって、一体構造のコンデンサ型マイクロホンまたは圧力センサが得られる。

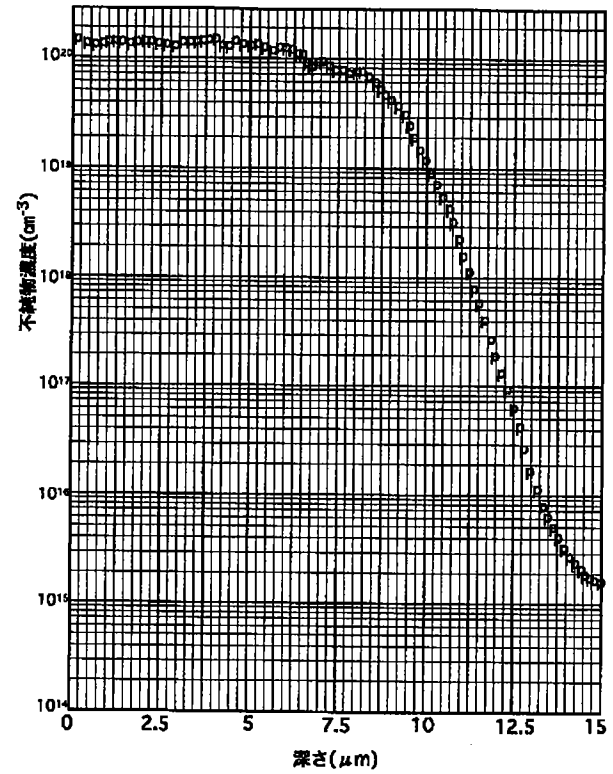
【0031】図3は、上記のように接合基板に酸化膜6000Åを形成したときの、接合酸化膜とエッチストップ層との界面からシリコン基板方向への不純物プロファイルを示す図である。図3に示すグラフにおいて、縦軸は対数表示の不純物濃度であり、横軸は界面からシリコン基板方向への距離である。図3から、界面（0μm位置）付近で不純物濃度の顕著な低下は見られず、また不純物プロファイルは熱酸化処理前とほぼ同じであった。

【0032】図4は、上記のように接合基板に酸化膜6000Åを形成した後に製作した振動膜の表面変位を、レーザ変位計を用いて計測して得られたプロファイルである。図4に示すグラフにおいて、縦軸は振動膜の表面変位であり、横軸は振動膜の面内の距離である。図4から、振動膜内のプロファイルはほぼ平坦であり、座屈は

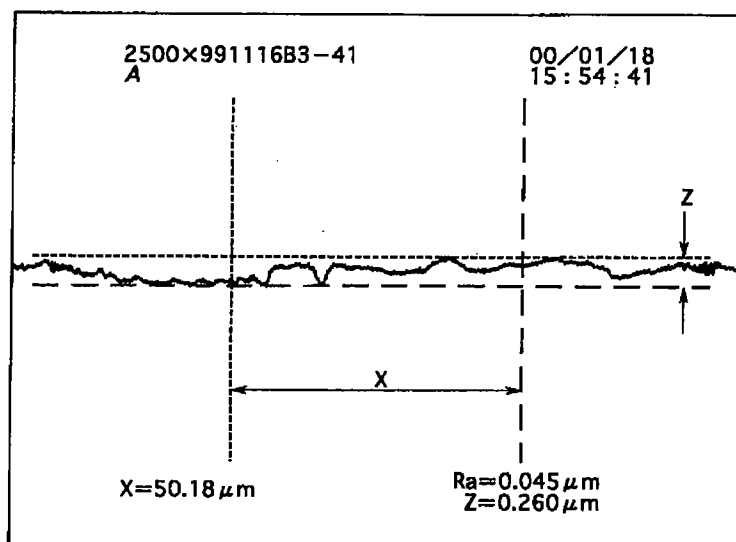
【図2】



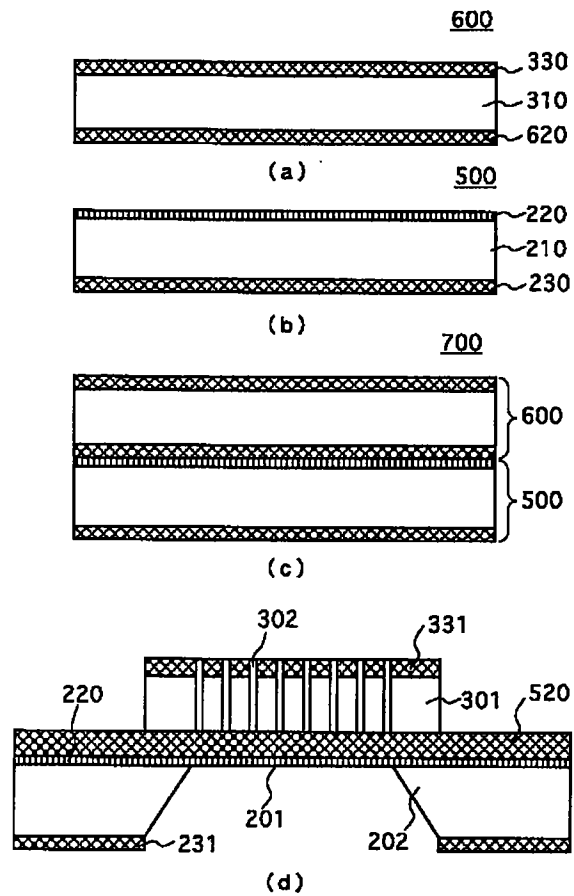
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 信雄
 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
 送協会 放送技術研究所内

Fターム(参考) 2F055 AA40 BB20 CC02 DD05 EE25
 FF43 GG01 GG12
 4M112 AA01 BA07 CA01 CA03 DA04
 DA05 DA06 DA12 EA03 EA06
 EA10 FA20
 5D021 CC20